Nr 9—10. Warszawa, dnia 25 października 1929 r. Rok III.

KOTŁOWNIA I SALA MASZYN

ORGAN STOWARZYSZENIA DOZORU KOTŁÓW W WARSZAWIE.

Adres Redakcji i Administracji, Warszawa, Chmielna 2, m. 6. Telefon 275-45.

Redaktor: JAN KOMARNICKI, inż. techn.

EKSPLOZJA GAZÓW w KANAŁACH DYMOWYCH i COFANIE SIĘ PŁOMIENIA.

W praktyce kotłowej spotykamy się czasami ze zjawiskiem bardzo szkodliwem, a niejednokrotnie bardzo niebezpiecznem— z eksplozją gazów w kanałach dymowyc . Zjawisko to jest niebezpieczne, gdyż może nietylko spowodować zniszczenie obmurza, ale nawet wybuch kotła.

Wybuch gazów może powstać wówczas, gdy w zamkniętej przestrzeni nagromadzona mieszanina palnych gazów i powietrza zostanie nagle zapalona. — Warunki takie mogą powstać w kanałach dymowych kotła i to w sposób następujący: jeżeli na ruszt o słabym ogniu zarzucimy znaczną ilość paliwa bogatego w gazy, a równocześnie będzie wstrzymany, względnie zahamowany dopływ powietrza, wówczas nie będzie zachodzić spalanie się paliwa, lecz tylko jego odgazowanie. Palne gazy wypełnią kanały dymowe, uchodząc od komina. Jako lżejsze od gazów spalinowych, gromadzą się one w górnej części kanałów, a także w martwych przestrzeniach. Gdy następnie zostanie dostatecznie zwiększony dopływ powietrza do paleniska i zacznie się normalne spalanie, wówczas rozżarzone gazy spalinowe mogą wywołać nagłe zapalenie się nagromadzonych palnych gazów w martwych przestrzeniach, powodując wybuch.

Wybuch gazów może powstać także w samej komorze ogniowej Jeśli bowiem dopływ powietrza do paleniska będzie niedostateczny i w komorze ogniowej będą się znajdować palne gazy, wówczas przy nagłem otwarciu drzwi paleniskowych tworzy się mieszanka wybuchowa, która nagle się zapala i wybucha.

I wtenczas zachodzi zjawisko wyrzucenia płomienia przez drzwiczki, które może spowodować poparzenie obsługi kotła. Sprzyjające warunki dla wybuchu gazów mogą stwarzać niewłaściwe zmiany ciągu kominowego, a także zmienne właściwości paliwa.

Wyrzucanie paliwa może także spowodować nadciśnienie w komorze ogniowej, które może zajść w pewnych wypadkach, gdy jest użyty podmuch powietrza pod ruszt.—

Podane powyżej powody powstania wybuchów gazów i wyrzucania płomienia wskazują zarazem drogi uniknięcia tego zjawiska. Spoczywają one głównie w rękach obsługi kotła, która nie powinna dopuścić do wytwarzania się w palenisku niespalonych gazów, drogą odpowiedniego regulowania dopływu powietrza do paleniska i przez umiejętne palenie. W miarę możności powinno się unikać martwych przestrzeni w kanałach dymowych. Na wszelki wypadek należy umieszczać w kanałach dymowych, głównie w martwych przestrzeniach, klapy bezpieczeństwa, któreby — na wypadek wybuchu — skutki jego czyniły mniej szkodliwemi.

Aby zapobiec gromadzeniu się gazów w martwych przestrzeniach postępuje się też w ten sposób, że wszystkie martwe przestrzenie w kanałach dymowych łączy się oddzielnemi rurkami o niedużej średnicy (np. 1″) wprost z kominem. Uchodząca temi rurkami ilość spalin jest minimalna, a zarazem i strata ciepła wskutek uchodzenia do komina gorętszych spalin jest bardzo nieznaczna, a więc w wypadku niebezpiecznych martwych przestrzeni sposób ten może dać dobre rozwiązanie w celu uniknięcia eksplozji gazów. — *R. M.*

LISTY CZYTELNIKÓW.

Ogrzewanie parowe.

(por. *Kotłownia i Sala Maszyn*, 1929, str. 60)

4.

List poprzedni przypomina mi następujący wypadek. Fabrykant cegły sylikatowej dostarczał swemu miastu prądu do oświetlania i dla motorów, zużytkowując parę odlotową w wężownicach ogrzewających powietrze tłoczone do komór, w których suszono cegłę.

Byłem obecny przy pertraktacjach z przedstawicielem elektrowni wodnej, która proponowała cegielni dostawę prądu. Zdumiony byłem odpowiedzią jej kierownika. Stwierdził on mianowicie, że do suszenia cegły zużywałby więcej węgla po nieuruchomieniu własnej instalacji elektrycznej, niż podczas jej pracy. Oświadczył dalej, że o ile elektrownia pragnie dostarczać mu prądu, powinna go odpowiednio za ten przywilej wynagrodzić.

Rozmawiałem w tej sprawie ze specjalistami w zakresie ogrzewania powietrza i przekonałem się, że powyżej przytoczona opinja odpowiada rzeczywistości. Wyjaśnienie polega mianowicie na tem, że pulsujący ruch pary odlotowej potęguje ruch pary w grzejnikach i zapobiega powstawaniu zbiorowisk powietrza zmniejszających wydajność powierzchni ogrzewanej i powodujących nierównomierne ogrzewanie powietrza.

Wpływ tego zjawiska odbija się i na i instalacjach grzejnych. Równomierny podział pary w całej sieci zapobiega nadmiernym temperaturom w poszczególnych częściach systemu i niewystarczającemu ogrzewaniu innych części sieci.

5.

Ogólnie twierdzi się, że uruchomienie maszyny parowej zamiast stosowania zaworów redukcyjnych do zasilania przewodów ogrzewczych nie zwiększa w znaczniejszym stopniu zużycia paliwa. Wielu jednak techników specjalizujących się w dziale ogrzewaniowym, idzie dalej i utrzymuje, że uruchomienie silnika parowego zmniejsza zużycie paliwa.

Jeżeli teoretyk stwierdza, że opinja taka nie może odpowiadać rzeczywistości jako sprzeczna z zasadami termodynamiki, przedstawiają mu „fakty“ przeczące rzekomo jego zastrzeżeniom.

Energja jest wieczna i ogólna ilość jej, jako takiej, nie może ulegać ani zniszczeniu, ani pomnożeniu. Trudno przeto zrozumieć, w jaki sposób energja odlotowa silnika mogłaby przewyższać energję u wejścia doń. Wszystkie doświadczenia dowodzą istotnie, że energja u wylotu z silnika jest mniejsza od energji u wlotu w zależności od wytworzonej pracy i strat cieplnych w silniku.

Oszczędność na paliwie można sobie wytłomaczyć jedynie w ten sposób, że nie zależy ona wcale od stosowania silnika i powstaje wyłącznie w związku ze zmianami warunków zewnętrznych takich jak temperatura środowiska lub szybkość wiatrów. Byłoby bowiem błędnem porównywać wyniki pracy insta-

lacji cieplnej w różnych okresach, opierając się wyłącznie na temperaturze i nie uwzględniając kierunku i szybkości panujących wiatrów. Oszczędność paliwa możnaby wreszcie wytłomaczyć sobie tem, że okresy wytwarzania energji mechanicznej w mniejszym lub większym stopniu odpowiadają pewnym zmianom w warunkach wewnętrznej pracy zakładów. Przy stałych warunkach zewnętrznych ilość ciepła niezbędna do ogrzania zabudowań zależeć może od bardzo licznych czynników. Wymienić tu można: ilość ciepła wydzielaną przez znajdujących się w zabudowaniach ludzi i przez paliwo zużywane w poszczególnych procesach fabrykacyjnych, ilość ciepła traconą przy otwieraniu i zamykaniu okien, zmiany panującej w zabudowaniach temperatury, straty pochodzące z odprowadzanej nazewnątrz pary albo wody gorącej. Wprowadzenie dodatkowych zmian pracy lub zmiany personelu kierowniczego również na sprawność kotła wpływać mogą.

Niektóre hipotezy usiłujące wytłomaczyć pochodzenie oszczędności paliwa, powstających przy uruchomieniu silnika w celu zasilania sieci przewodów grzejnych parą odlotową, są najwidoczniej błędne. Zwraca się np. uwagę, że para odlotowa jest najczęściej wilgotną, podczas gdy para pochodząca z zaworu redukcyjnego jest zupełnie suchą. Para wilgotna — jak twierdzą — sprawniej oddaje ciepło w grzejnikach. Inni dowodzą, że pulsacje pary odlotowej niweczą powstające w przewodach grzewnych skupienia powietrza i w ten sposób powiększają przewodnictwo ciepła. Argumenty tego rodzaju dowodzą czegoś wręcz przeciwnego. Zwiększone przewodnictwo ciepła oznaczać może jedynie wzmożone zużycie paliwa. Jeżeli zamykamy zawór grzejnika lub wyłączamy radjator z sieci, pozwalamy na powstawanie powietrza albo w jakikolwiek inny sposób opóźniamy promieniowanie ciepła — przyczyniamy się jedynie do zaoszczędzania paliwa kosztem pewnych niewygód i t. p.

Zagadnienie to wymaga poważnego naukowego zbadania. Należy mieć nadzieję, że na tej drodze zdobędziemy liczby nadające się do dyskusji — liczby uwzględniające wszystkie czynniki, jakie na zużycie paliwa wpływać mogą.

6.

Nie wiem, co ma na myśli autor trzeciej notatki, kiedy mówi, że para opuszczająca cylinder maszyny parowej jest bez ruchu, oraz że szybkość pary powstająca przy jej rozprężaniu

się w cylindrze wprawia maszynę w ruch. Ostatnie twierdzenie, o ile chodzi o szybkość całej masy pary, musi być słuszne w zastosowaniu do turbin, nie ma jednak żadnego znaczenia w maszynach tłokowych. Jeżeli chodzi natomiast o szybkości cząsteczkowe, istotnie szybkości te wytwarzają ciśnienie, które posuwa tłok w cylindrze maszyny. Para odlotowa zachowuje jednak część szybkości cząsteczkowych.

Jeden z korespondentów twierdzi, że para odlotowa zawiera znacznie więcej wody od pary wchodzącej do cylindra. Twierdzenie to jest słuszne. Im więcej zawartego w parze ciepła wyzyskano w maszynie do wytwarzania pewnej pracy, tem więcej wody para odlotowa zawierać będzie. Nie zawsze jednak para odlotowa przesycona jest wodą.

Weźmy maszynę pracującą przy 9 *atn* suchej i nasyconej pary, która rozpręża się w cylindrze do 1.75 *ata*. Całkowite ciepło zawarte w 1 *kg* suchej nasyconej parze pod ciśnieniem 10 *ata* wynosi 668 *kcal*. Na 13,5 *kg* pary zużyć należy
13,5 × 668 = 9018 *kcal*. Z tej ilości 632,9 *kcal* odpowiada 1 *KM/g* Nie uwzględniając strat na promieniowanie, pozostaje

$$9018 - 632{,}9 = 8385{,}1 \ kcal$$

znajdujących się w parze odlotowej.
Całkowite ciepło zawarte w *kg* suchej nasyconej pary pod ciśnieniem 1.75 *ata* wynosi 649.8 *kcal*.—13,5 *kg* pary zawierać będzie:

$$13{,}5 \times 649{,}8 = 8772{,}3 \ kcal.$$

Z tego

$$100 \times 13{,}5 = 1350 \ kcal$$

stanowi ciepło płynu. Pozostaje

$$8772{,}3 - 1350 = 7382{,}3 \ kcal$$

potrzebnych do jego odparowania.
Z ciepła zawartego w parze odlotowej, t. j. 8385,1 *kcal* ilość

$$8385{,}2 - 1350 = 7035{,}1 \ kcal$$

pozostaje do dyspozycji na utrzymanie wody pod postacią pary.

Para odlotowa będzie w tym wypadku

$$\frac{7035{,}1}{7382{,}3} = \text{w } 94\% \text{ sucha, t. j. zawierać będzie } 6\% \text{ wody.}$$

Jeżeli parę wylotową przegrzać w tym wypadku o 32° *C* para wcale wody nie będzie zawierała, jeżeli nie brać w rachubę strat na promieniowanie.

Przy stosowaniu wysokich ciśnień i przy znacznem przegrzaniu pary, para opuszczająca mniejsze turbiny może znajdować się jeszcze w stanie przegrzanym.

7.

Zagadnienie pary odlotowej albo pary świeżej do celów ogrzewczych dyskutowane jest od szeregu lat w prasie technicznej. Co do pary odlotowej lub pary świeżej, wypowiadano przytem sprzeczne opinje.

Praktycy cytowali przykłady, że przy ogrzewaniu zabudowań para odlotowa dawała im lepsze wyniki aniżeli para pochodząca wprost z kotła o obniżonem w zaworze redukcyjnym ciśnieniu. Tego rodzaju notatki pojawiały się od 1915 r. Tego rodzaju przykłady nie są jednak ostatecznym dowodem słuszności gdyż pomijają one jeden z najważniejszych czynników w ogrzewnictwie—szybkość wiatru.

Bardzo łatwo zdarzyć się może, że do ogrzania pewnej grupy lokali wystarczy pewnego dnia mniejsza ilość pary odlotowej, aniżeli jutro lub pojutrze zużyć wypadnie pary świeżej, pomimo, że temperatura obu dni będzie jednakowa. W innym podobnym wypadku łatwo zdarzyć się może, że odwrotnie para świeża okaże sie skuteczniejszą o ile przy porównaniu nie zwrócimy uwagi na szybkość wiatru dni, które ze sobą porównywujemy.

Każdy technik zgodzi się oczywiście na to, że przy pewnej zewnętrznej temperaturze 0° C mniej zużywać będziemy pary odlotowej, czy świeżej w dni bezwietrzne niż w dni podczas których panuje temperatura kilku stopni powyżej zera przy silnym jednak wietrze. Pomimo to wszystkie oświadczenia za wyższością pary odlotowej zupełnie nie uwzględniają wpływu wiatrów.

Praktycy twierdzą niejednokrotnie, że łatwiej im ogrzać pewne lokale w ciągu dni powszednich, kiedy korzystają do tego celu z pary odlotowej, aniżeli w soboty i niedziele, kiedy posiłkują się parą świeżą wobec unieruchomienia maszyn. Czyż nie zdają sobie oni jednak sprawy z tej okoliczności, że każdy dorosły człowiek wydziela około 400 *kcal* na godzinę, a więc że obecność setek pracowników w lokalu przyczynia się poważnie do zmniejszenia zapotrzebowania pary.

W sobotę i w niedzielę w zabudowaniach fabrycznych znajdują się jedynie stróże. Wydzielane przez nich ciepło, wobec ciągłych obchodów lokali, może być niebrane w rachubę wcale.

W parze niskiego ciśnienia (np. 0, 2 *atn*) jednostka cieplna jest tylko jednostką cieplną niezależnie od tego, czy pochodzi z pary odlotowej, czy z pary świeżej. Różnica pomiędzy parą nasyconą, a parą nieco przegrzaną przy tak niskiem ciśnieniu nie odgrywa roli, gdyż głównem źródłem ciepła w obu wypadkach będzie ciepło utajone.

Twierdzą niektórzy, że wyniki przy parze odlotowej są korzystniejsze niż przy parze świeżej. Przyczyny tego zjawiska zupełnie ich nie obchodzą. Według ich przekonania znaczna ilość pary świeżej powraca w stanie lotnym do podgrzewacza i nie zdąża się skroplić. Wypadek ten nie będzie możliwy przy należyto funkcjonujących garnkach kondensacyjnych, które przecież nie powinny przepuszczać pary, nie licząc małych jej ilości jakie podczas wyładowywania garnków wydostawać się z przewodów mogą. Para ta oczywiście zdąży się skroplić przy niższej temperaturze, jak w przewodzie zwrotnym panuje.

Zwrot z pary świeżej posiada istotnie wyższą o kilka stopni temperaturę od zwrotu z pary odlotowej, to jednak podnosi tylko temperaturę wody zasilającej, a więc nie ginie i nie może wpływać na większe zużycie pary.

Dla porównania rozpatrzmy wypadek pary świeżej pod ciśnieniem 5 *atn*, którą doprowadzamy do przewodów pod obniżonem w zaworze redukcyjnym ciśnieniem 0. 1 *atn*. Przy przebywaniu zaworu następuje raptowne zakłócenie ruchu pary; potem jednak po przedostaniu się do względnie szerokich przewodów i dzięki stałemu ciśnieniu, ruch pary odbywa się stosunkowo równomiernie. Jedyne możliwe zakłócenia powstają skutkiem zmiany kierunku ruchu w złączach przewodów. Temperatura powierzchni grzejnych i szybkość z jaką para się skrapla nie ulegają zmianom przy stałej temperaturze pary i stałem jej ciśnieniu.

Porównajmy ruch pary świeżej z ruchem pary odlotowej opuszczającej silnik parowy pod ciśnieniem 0,1 *atn*. Dzięki odcinaniu dopływu pary przez suwak maszyny przy każdym skoku tłoka, prąd pary ulega w ciągu każdej minuty wielokrotnym przerwom, w zależności od ilości obrotów silnika. Powstaje wskutek tego ów ruch pulsujący, który sprawia, że większe ilości pary stykać się mogą z powierzchnią grzejną niżby to miało miejsce w wypadku pary świeżej.

Okoliczność ta pozwala osiągać korzystniejsze wyniki z 1 *kg* pary odlotowej w porównaniu do 1 *kg* pary świeżej. Nie należy jednak przytem zapominać, że para odlotowa oddała nam już w silniku pewną ilość jednostek cieplnych, wobec czego skropliny powracające z takiej pary do podgrzewacza wody zasilającej posiadać będą niższą temperaturę.

Byłoby bardzo pożądane, by technicy posiadający doświadczenie w zakresie stosowania pary grzejnej z turbin parowych i z tłokowych silników parowych wypowiedzieli się co do rzekomej wyższości pierwszego lub drugiego źródła pary.[1]

3.

Notatka trzecia porównywuje zalety pary świeżej i odlotowej dla celów ogrzewnictwa. Okoliczność jednak, że mniej wychodzi opału w wypadku gdy puszcza się silnik pod małem obciążeniem w ruch i zasila przewód ogrzewczy parą odlotową, niż wówczas gdy w tym samym celu stosuje się parę świeżą po obniżeniu jej ciśnienia w zaworze redukcyjnym bynajmniej nie dowodzi wyższości pary odlotowej, Dla właściwego porównania należałoby w obu wypadkach ustalić ilość pary wchodzącej do przewodu grzejnego, określić temperaturę w lokalach w przypuszczeniu, że zewnętrzna temperatura się nie zmienia.

Po przebyciu $1/4$ części drogi tłoka dopływ pary z kotła aż do końca skoku ustaje. Niema więc stałego dopływu pary z kotła jak w wypadku stosowania pary świeżej.

Gdyby przeprowadzone zostało dokładne doświadczenie, dowiodłoby ono prawdopodobnie, że do przewodów grzejnych doprowadzono nadmierne ilości pary oraz, że temperatura lokali utrzymywala się na wyższym poziomie, niż przy ruchu silnika i stosowaniu pary odlotowej.

Autor stwierdza, że „para świeża powracała do podgrzewacza w stanie nieskroplonym“. Czyż nie dowodzi to znowu nadmiaru doprowadzonej pary. Jeżeli twierdzenie co do tego, że nieco wilgotna para lepiej nadaje się do ogrzewnictwa jest słuszne, dlaczego nie możnaby pary świeżej z kotła przeprowadzić przez większy zbiornik, w którym para stawałaby się nasyconą przed przedostaniem się do zespołu ogrzewczego.

Druk. A. Michalskiego sp. z ogr. odp., Warszawa, Chmielna 27, telefon 27-15